

EL "OLYMPUS PROPAGATION EXPERIMENT (OPEX)". ASPECTOS  
DEL CABEZAL DE R.F. DE LAS ESTACIONES RECEPTORAS.

Adolfo Comerón, Javier Bará, Antonio Elias, Ignasi Corbella,  
Eduardo Artal.

Departamento de Electrofísica

E.T.S.I. de Telecomunicación, Barcelona.

ABSTRACT

The design guidelines for a coherent receiver for the Olympus propagation experiment at 12.5, 20 and 30 GHz are discussed. The receiver channels can be locked to a main PLL in the 12.5 GHz channel, thus decreasing the loss of lock probability.

Technical aspects concerning the implementation of the RF front-end using coherent local oscillators are also considered.

INTRODUCCION

La planificación de los futuros sistemas de comunicaciones por satélite que utilizarán las bandas de 20 y 30 GHz necesita la obtención de datos estadísticos sobre la influencia de las condiciones meteorológicas en la propagación a esas frecuencias. A tal efecto se han llevado a cabo experimentos, en Estados Unidos y en Japón, utilizando balizas a bordo de satélites [1, 2].

La Agencia Espacial Europea ha previsto la realización de experimentos similares en Europa mediante balizas a bordo del satélite Olympus (L-SAT) [3, 4], cuya puesta en órbita debe tener lugar a mediados de 1987.

En España, la CAICYT subvenciona un proyecto para el desarrollo y construcción de estaciones receptoras de las balizas a 12.5, 20 y 30 GHz de Olympus, con la participación de grupos de las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Telecomunicación de Barcelona y Madrid [3, 4]. Se prevé la realización con estas estaciones de experimentos de atenuación, depolarización y desfase diferencial entre polarizaciones ortogonales a una misma frecuencia.

Algunos aspectos del diseño de los receptores se consideran a conti

nuación.

#### PLAN GENERAL DEL RECEPTOR

Dada la baja EIRP de las balizas a bordo del satélite (10 dBW para la de 12.5 GHz y 24 dBW para las de 20 y 30 GHz), es necesario efectuar un filtrado muy estrecho (entre 1 y 10 Hz) de las señales recibidas, con el fin de conseguir relaciones señal/ruido suficientemente elevadas que permitan medidas precisas en condiciones de desvanecimiento fuerte. Por ejemplo, para obtener datos significativos sobre escalado de frecuencias entre 12.5 y 30 GHz sería necesaria una precisión de 0.1 dB en la medida de atenuación a 12.5 GHz, lo que exige relaciones señal/ruido mayores que 33 dB [5, 6].

Para mantener la señal dentro de los estrechos límites de frecuencia impuestos por el filtrado es necesario acudir a la utilización de técnicas PLL. El esquema de principio de un canal se muestra en la figural [3].

En condiciones de fuerte desvanecimiento el sincronismo impuesto por el bucle de fase puede perderse. Esto da lugar a tiempos muertos mientras la rutina de readquisición restablece el enganche una vez que la señal emerge de nuevo por encima del ruido.

El problema puede soslayarse en buena medida aprovechando la coherencia de las tres balizas del satélite, que son obtenidas por multiplicación ( $\times 43$ ,  $\times 68$  y  $\times 102$ ) a partir del mismo oscilador [7]. De esta manera es posible, mediante un solo PLL maestro en uno de los canales, mantener el sincronismo en los otros dos. Si dicho bucle se realiza en el canal de 12.5 GHz, la probabilidad de desenganche, y por consiguiente el tiempo perdido en la readquisición, se reducen en gran manera. Ello exige la coherencia entre los osciladores locales de los distintos canales de recepción. Una simplificación relativa puede lograrse si se mantiene entre las frecuencias intermedias de los distintos canales la misma proporción que existe entre las frecuencias emitidas por las balizas [8]. En ese caso sólo es exigible la coherencia entre los osciladores locales a un mismo nivel de conversión, que deben obviamente guardar entre sus frecuencias la misma relación que las frecuencias de las balizas (fig. 2).

En la elección de frecuencias intermedias es preciso tener en cuenta las posibles fuentes de interferencia. La tabla 1 ilustra la situación en cuanto a satélites presentes y futuros, en posiciones orbitales idénticas o próximas a la de Olympus, ( $19^{\circ}$  O) con repetidores a frecuencias próximas

a la de la baliza a 12.5 GHz. Las fuentes de interferencia más fuertes son con mucho los futuros satélite DBS. Los cálculos efectuados muestran, en cualquier caso, que el único efecto indeseado a tener en cuenta es el de entrada de una señal interferente por el canal imagen, siendo los niveles de potencia de los posibles productos de intermodulación de tercer orden despreciables.

#### CONSIDERACIONES TECNICAS

Aunque desde el punto de vista de la simplicidad global del receptor resulta interesante tomar las primeras frecuencias intermedias lo más bajas posible (para reducir el número de pasos de conversión), se ha considerado más importante el aumento del margen dinámico del canal de 12.5 GHz mediante la utilización de un amplificador de bajo ruido.

De esa manera, con una antena de 1.80 m de diámetro resulta posible alcanzar una S/N mayor que 33 dB en condiciones de cielo claro con un ancho de banda de 50 Hz, lo que asegura una probabilidad de pérdida de sincronismo prácticamente nula.

Para obtener todo el provecho de la utilización del amplificador de 12.5 GHz, rechazando la banda de imagen antes de la primera mezcla, se ha tomado una primera frecuencia intermedia relativamente elevada (1400 MHz).

Desde el punto de vista de las posibles interferencias, esta elección presenta la ventaja adicional de que la frecuencia imagen corresponde a zonas limpias del espectro, reduciendo la exigencia en los filtros de rechazo.

Para los canales de 20 y 30 GHz se utilizará una configuración de mezclado directo, empleando mezcladores equilibrados con diodos Schottky beam-lead realizados en microstrip (substrato de Cuclad 217, 1/2 onza).

La coherencia y mantenimiento de la relación de frecuencias de los osciladores locales a cada nivel de conversión exige que éstos sean respectivamente los múltiplos 43, 68 y 102 de ciertas frecuencias de base. La realización de los multiplicadores ofrece mayores dificultades en las primeras mezclas, para las cuales las frecuencias de oscilador local son 11.10, 17.56 y 26.33 GHz respectivamente. Dado que las balizas de 20 y 30 GHz guardan entre ellas una relación de frecuencias de exactamente 2/3, la obtención de los osciladores locales de los canales de 20 y 30 GHz puede efectuarse a partir de una multiplicación por 34 seguida de sendas mul

tiplicaciones por 2 y por 3 respectivamente (fig. 3). Esta configuración es idéntica a la utilizada a bordo del satélite para la síntesis de las balizas.

La realización de los multiplicadores por 43 y 34 es similar y su esquema se da en la figura 4. El oscilador controlado empleará un FET de AsGa y estabilización por resonador dieléctrico. El control de la frecuencia de oscilación se efectuará actuando sobre las tensiones de polarización del transistor.

La generación del oscilador local a 17.56 GHz puede simplificarse de manera importante si se extrae directamente el segundo armónico del oscilador a 8.78 GHz sincronizado al oscilador de base a través del multiplicador por 34. Utilizando un FET de AsGa con longitud de puerta de 1  $\mu\text{m}$  es posible obtener un segundo armónico a 17.56 GHz con potencias alrededor de 5 dBm, suficientes para el bombeo del mezclador.

Para la obtención del oscilador local a 26.33 GHz se ha considerado también la posibilidad de utilizar el tercer armónico de un oscilador a 8.78 GHz, pero es dudoso que llegue a alcanzarse una potencia suficiente para el bombeo del mezclador. Por ello, la solución considerada prioritariamente es la sincronización subarmónica por el oscilador a 8.78 GHz de un oscilador con diodo Gunn a 26.33 GHz.

#### REFERENCIAS

- [1] D.C. Cox, "An Overview of the Bell Laboratories 19- and -28 GHz COMSTAR Beacon Propagation Experiments". The Bell Syst. Tech. Jour. 57, 5, May-June 1978, pp. 1231-1255.
- [2] H. Fukuchi, et al., "Worst Month Statistics of Attenuation and XPD in Earth-Space Path". IEEE Trans. on Antennas and Prop. AP-33, 4, Apr. 1985, pp. 390-396.
- [3] L. Mercader del Rio, "Estaciones terrenas para medir la atenuación y la transpolarización de las señales en 12/20/30 GHz que serán emitidas por el satélite L-SAT". IV Reunión Comisión B, Comité Español U.R. S.I. Sevilla, 25-26 sept. 1984, pp. 189-196.
- [4] L. Mercader del Rio, "Participación de España en el experimento europeo de propagación del satélite Olympus". Mundo Electrónico nº 151, mayo 1985, pp. 81-87.

- [5] G. Brussaard, "Discussion Document on Olympus Beacon Receiver Design". Doc. OPEX-1, Noordwijk, Nov. 1984.
- [6] G. Brussaard, "Data Processing and Analysis". Doc OPEX-2. Noordwijk, Nov. 1984.
- [7] E.S.A. Olympus Users' Guide. UG-6-1, Part 1, Propagation Package. Issue 2. Nov, 1983.
- [8] H.W. Arnold, et al., "The 19- and 28- GHz Receiving Electronics for the Crawford Hill COMSTAR Beacon Propagation Experiment". The Bell Syst. Tech. Jour. 57, 5, May-June 1978. pp. 1289-1329.

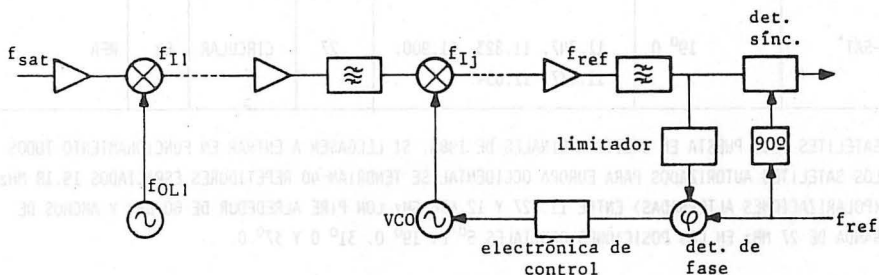


Fig.1. Esquema de principio de un canal de recepción.

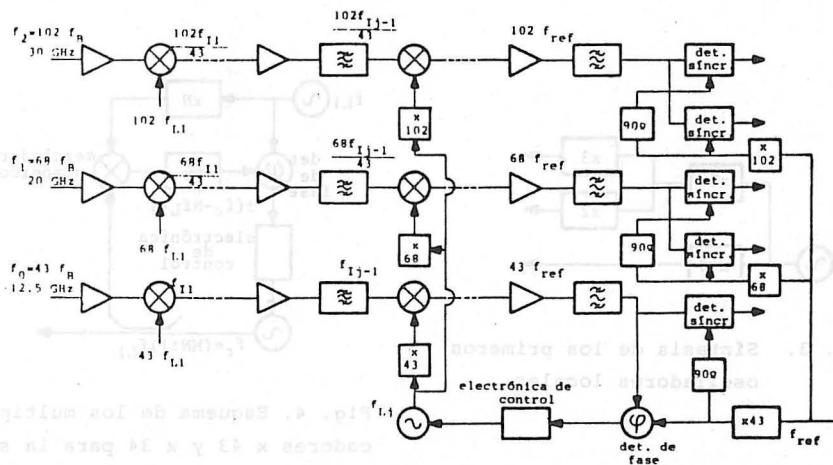


Fig.2. Esquema general de principio del receptor con PLL maestro en el canal de 12.5 GHz.

SATELITE	POSICION ORBITAL	FRECUENCIA CENTRAL (GHZ)	ANCHO BANDA (MHZ)	POLARIZACION	PIRE (DBW)	ZONA COBERTURA
INTELSAT V-F4	27.5° 0	11.015, 11.137, 11.176	36	LINEAL	46	EUROPA OCCIDENTAL
TELECOM 1 A Y B	5° 0 8° 0	12.522, 12.564, 12.606, 12.648, 12.690, 12.732	36	LINEAL	50	FRANCIA
TDF-1*	19° 0	11.727, 11.804, 11.881, 11.958, 12.034	27	CIRCULAR	64	FRANCIA
TV-SAT*	19° 0	11.747, 11.823, 11.900, 11.977, 12.054	27	CIRCULAR	64	RFA

\* SATELITES DBS. PUESTA EN ORBITA A FINALES DE 1986. SI LLEGASEN A ENTRAR EN FUNCIONAMIENTO TODOS LOS SATELITES AUTORIZADOS PARA EUROPA OCCIDENTAL SE TENDRIAN 40 REPETIDORES ESPACIADOS 19.18 MHz (POLARIZACIONES ALTERNADAS) ENTRE 11.727 Y 12.476 GHz CON PIRE ALREDEDOR DE 60 DBW Y ANCHOS DE BANDA DE 27 MHz EN LAS POSICIONES ORBITALES 5° E, 19° O, 31° O Y 37° O.

Tabla I. Potenciales fuentes de interferencia para el canal de 12.5 GHz.

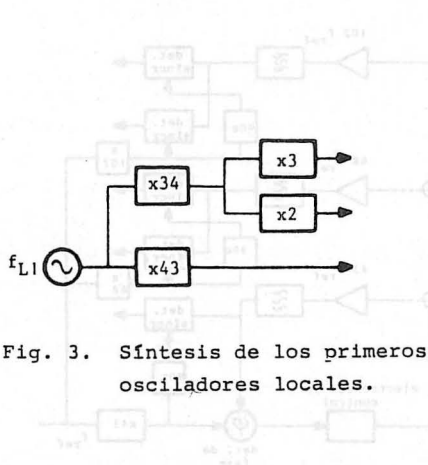


Fig. 3. Síntesis de los primeros osciladores locales.

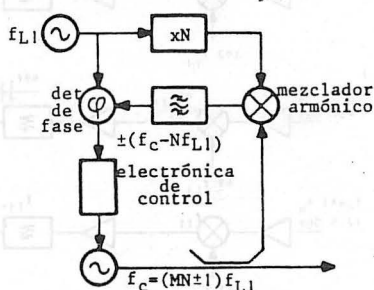


Fig. 4. Esquema de los multiplicadores x 43 y x 34 para la síntesis de los primeros osciladores locales.